

04.02.2005

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



RECEIVED

16 FEB 2005

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

10 2004 008 813.6

Anmeldetag:

20. Februar 2004

Anmelder/Inhaber:

Outokumpu Oyj, Espoo/FI

Bezeichnung:

Verfahren und Anlage zum elektrochemischen
Abscheiden von Kupfer

IPC:

C 25 C 1/12

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 14. Januar 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Schäfer

VERFAHREN UND ANLAGE ZUM ELEKTROCHEMISCHEN ABSCHIEDEN VON KUPFER

Technisches Gebiet

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur elektrochemischen Gewinnung oder Raffination von Kupfer durch elektrolytisches Abscheiden von Kupfer aus einer das Metall ionogen enthaltenden Elektrolytlösung, bei dem der Elektrolyt durch eine Elektrolyseanlage mit wenigstens einer Elektrolysezelle, die in einem Elektrolytbehälter zur Aufnahme des Elektrolyten wenigstens zwei als Anode und Kathode dienende, alternierend im Abstand voneinander angeordnete Elektroden aufweist, geleitet wird, sowie eine entsprechende Anlage.

10

15

Zur Herstellung von Kupfer sind eine Vielzahl von Verfahren, insbesondere pyrometallurgische und hydrometallurgische Verfahren, bekannt. Bei pyrometallurgischen Verfahren wird angereicherter Kupferkies unter Zusatz von Sauerstoff in einem Schwebeschmelz- oder Badschmelzofen zu Kupferstein geschmolzen, danach in Konvertern in zwei Blasschritten zu Rohkupfer umgesetzt und in einer abschließenden elektrolytischen Raffination weiter gereinigt. Diese Elektrolyse wird auch Raffinationselektrolyse genannt. Im Gegensatz dazu werden in hydrometallurgischen Verfahren als Ausgangsmaterialien insbesondere kupferarme oxidische Erze mit einem Kupfergehalt von etwa 0,5 bis 1 Gew.-% eingesetzt. Das kupferarme Ausgangserz, welches aufgrund seiner mineralogischen Zusammensetzung regelmäßig nicht mit anderen Verfahren, wie bspw. Flotation, wirtschaftlich aufbereitet werden kann, wird z.B. mit verdünnter Schwefelsäure ausgelaugt und die resultierende kupferreiche Lösung in einer Extraktionsanlage mit einem organischen Extraktionsmittel, welches selektiv Kupferionen aus der Lösung extrahiert, behandelt. Anschließend wird das kupferhaltige Extraktionsmittel mit aus der nachfolgenden Elektrolyseanlage stammendem, verbrauchtem Elektrolyten mit einem Kupfergehalt von etwa 30 bis 40 g/l gestrippt,

20

25

30

wobei das Kupfer aus der Extraktionsmittelphase in den Elektrolyten übertritt, der nach weiterer Aufreinigung zwecks Entfernung von Extraktionsmittelresten und Feststoffen typischerweise mit einem Kupfergehalt von 40 bis 50 g/l erneut der Elektrolyseanlage zugeführt wird. Diese Elektrolyse wird auch Gewinnungs-
5 elektrolyse genannt.

Beim Betrieb der Elektrolysen werden die Kupferionen an den Kathoden reduziert und als elementares Kupfer abgeschieden. Herkömmliche Elektrolyseanlagen zur elektrometallurgischen Kupfergewinnung, wie sie bspw. bei J.A. Wells
10 und W.R. Snelgrove, The Design and Engineering of Copper Electrowinning Tankhouses, Proceedings of the International Symposium on Electrometallurgical Plant Practise, Pergamon Press, 1990, Seiten 57 bis 72 beschrieben sind, umfassen bis zu 188 Elektrolysezellen, von denen jede zwischen 20 und 60 Kathoden, vornehmlich aus rostfreiem Stahl, sowie eine entsprechende Anzahl an
15 Anoden aufweist. Die mit Kupfer überzogenen Kathoden werden in festgelegten Abständen, je nach Größe der Anlage, manuell oder mittels Kränen aus der Elektrolysezelle herausgehoben und in eine Strippanlage überführt, in der die Kupferüberzüge von den Kathoden abgeschält (gestrippt) werden, bevor die Kathodenstartbleche nach entsprechender Nachbehandlung wieder in die Elektro-
20 lysezellen zurücküberführt werden. Das abgeschälte Kupfer wird abschließend in Schmelzöfen weiterverarbeitet.

Für eine effiziente Nachbehandlung der kupferbeladenen Kathoden, insbesondere für das Abschälen des abgeschiedenen Kupfers in der Strippmaschine, ist
25 eine, bezogen auf die Fläche der Kathoden, möglichst gleichmäßige Ablagerung des Kupfers auf den Kathoden wünschenswert. Dies ist nur bei einer gleichmäßigen Stromlinienverteilung über die Länge der Kathoden gewährleistet. Die Stromlinienverteilung ist jedoch, wie beispielsweise bei A. Schmidt, Angewandte Elektrochemie, Verlag Chemie 1976, Seiten 49 bis 51 beschrieben, bei gegebener
30 Leitfähigkeit des Elektrolyten, umso gleichmäßiger, je schmaler und insbe-

sondere kürzer die in den Elektrolyten eintauchende Elektrodenfläche ist. Zudem hängt die Stromlinienverteilung von der Leitfähigkeit des Elektrodenmaterials und der bei der Elektrolyse angelegten Stromdichte ab. Aufgrund dieser Zusammenhänge werden bei der Raffinationselektrolyse sowie bei der Gewinnungselektrolyse standardmäßig Elektroden mit einer maximal in den Elektrolyten eintauchenden Fläche von ca. 1x1 Meter eingesetzt. Auf diese Größe sind auch die Schmelzöfen für die Weiterverarbeitung des Kupfers ausgerichtet.

Aufgrund der hohen Investitions- und Betriebskosten der in dem sogenannten Tankhaus zusammengefassten Elektrolyse- und die Kran- sowie Strippmaschinen umfassenden Kathodenprozessierungsanlagen wird seit geraumer Zeit versucht, die Wirtschaftlichkeit der Raffinations- und Gewinnungselektrolyse zu erhöhen. Diese hängt maßgeblich von der Effizienz der Elektrolyse sowie der Anzahl der Kathodenbewegungen und daher von der abgeschiedenen Kupfermenge pro Kathode ab.

Zur Steigerung der Effizienz der Elektrolyse ist es wünschenswert die Stromdichte während der Elektrolyse zu erhöhen, um pro Zeiteinheit eine höhere Abscheidung von Kupfer auf den Kathoden zu erreichen. Allerdings wird die Stromdichte auf der Kathodenseite durch die Qualität des abgeschiedenen Kupfers begrenzt, da mit zunehmender Stromdichte aufgrund der erhöhten Überspannung auf den Kathoden auch mehr Verunreinigungen abgeschieden werden. Auf der Anodenseite wird die bei der Gewinnungselektrolyse als Elektrodenmaterial verwendete Bleilegierung instabiler bzw. die bei der Raffinationselektrolyse verwendete Kupferanode passiviert mit zunehmender Stromdichte. Aufgrund dieser beiden Effekte wird in den heutigen Elektrolysen mit einer maximalen Stromdichte von etwa 370 A/m² Elektrodenfläche gearbeitet. Eine höhere Stromdichte lässt sich bei der Gewinnungselektrolyse nur durch Verwendung teurer Anodenwerkstoffe bei gleichzeitig geringerer Qualität des elektrochemisch abgeschiedenen Kupfers erreichen.

Eine weitere Reduzierung der Produktionskosten bei gleichbleibender Qualität des elektrochemisch abgeschiedenen Kupfers lässt sich daher nur durch Reduzierung der spezifischen Investitions- und Betriebskosten der die Kran- sowie Strippmaschinen umfassenden Kathodenprozessierungsanlagen, also durch Senkung der, bezogen auf die Menge an pro Kathode elektrochemisch abgeschiedenen Kupfers, notwendigen Anzahl an Kathodenbewegungen, erreichen.

Beschreibung der Erfindung

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, bei gleichbleibender Qualität des elektrochemisch abgeschiedenen Kupfers die auf die Anzahl an Kathodenbewegungen bezogene Kupferbeladung pro Kathode zu erhöhen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren und eine Anlage mit den Merkmalen der Patentansprüche 1 bzw. 23 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Überraschenderweise konnte im Rahmen der vorliegenden Erfindung gefunden werden, dass - entgegen dem in Fachkreisen herrschenden Vorurteil, Elektroden mit einer Elektrolyteintauchfläche von mehr als 1x1 Meter und insbesondere Elektroden mit einer Elektrolyteintauchtiefe von mehr als 1 Meter seien infolge der sich zwangsläufig an den Elektroden einstellenden ungleichmäßigen Stromlinienverteilung für die Kupfergewinnung untauglich – eine Elektrolyteintauchtiefe der Elektroden von mehr als 1,2 Meter bei Verfahren zum elektrolytischen Abscheiden von Kupfer aus einer das Metall ionogen enthaltenden Elektrolytlösung auch mit den bei den Raffinations- und Gewinnungselektrolysen üblicherweise eingesetzten Kathodenmaterialien und üblicherweise eingestellten Stromdichten zu einer hinreichend gleichmäßigen Kupferabscheidung auf den Kathoden führt. Auch hierbei ist eine effiziente Prozessierung der beladenen

Kathoden, insbesondere ein Abschälen des abgeschiedenen Kupfers, mit den bekannten Prozessierungstechniken möglich. Aufgrund der höheren Elektrolyteintauchtiefe wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren bei gleichbleibender Qualität des elektrochemisch abgeschiedenen Kupfers mehr Kupfer pro Kathodenbewegung erzeugt als bei den bisher bekannten Verfahren, so dass die Kosten pro Tonne gewonnenen Kupfers drastisch gesenkt werden können.

Vorzugsweise beträgt die Eintauchtiefe der Elektroden in den Elektrolyten beim Betrieb der Elektrolyse ein ganzzahliges Vielfaches der bisher üblichen Eintauchtiefe von ca. einem Meter und besonders bevorzugt ca. 2 Meter bei einer Kathodenbreite von jeweils ca. einem Meter. Dies hat den Vorteil, dass die wegen der bei den bekannten Verfahren standardmäßig auf 1x1 Meter aktive, d.h. in den Elektrolyten eintauchende, Kathodenfläche konzeptionierten Schmelzöfen unverändert eingesetzt werden können, indem die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erhältlichen, abgeschälten Kupferbleche im Anschluss an den Strippvorgang und vor der Zuführung zu dem Schmelzofen auf die entsprechende Größe von 1x1 Meter verkleinert werden. Bei einer aktiven Elektrodenlänge von 2 Meter lässt sich dies beispielsweise einfach dadurch erreichen, dass die Kupferbleche in der Mitte geknickt und an der Knickfläche gefaltet werden. Ebenso ist es möglich, z. B. durch einen auf etwa halber Kathodenhöhe angebrachten horizontal umlaufenden isolierten Bereich beim Strippvorgang pro Kathodenseite zwei getrennte Kathodenbleche von je 1 x 1 Meter zu erhalten, so dass sich eine weitere Faltung oder Zerkleinerung erübrigt. Schließlich ist eine auch mechanische Trennung möglich.

In Weiterbildung des Erfindungsgedankens wird vorgeschlagen, dass die wenigstens eine Elektrolysezelle mehr als 60 Kathoden, besonders bevorzugt mehr als 100 Kathoden und ganz besonders bevorzugt 114 Kathoden, aufweist. Damit wird die Effizienz des erfindungsgemäßen Verfahrens weiter erhöht, da die durch diese Maßnahme bedingte Größe der Elektrolysezellen einen kostenge-

mäßigen Transport bei gleichzeitiger Reduzierung der Zellenzahl pro Produktionskapazität ermöglicht. Dies führt zu einem kleineren Tankhaus, kürzeren Kathodenförderwegen und geringeren Streuströmen. Die Kathoden können grundsätzlich aus allen dem Fachmann zu diesem Zweck bekannten Materialien bestehen, wobei Edelstahlkathoden bevorzugt sind.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die Elektrolyse mit einer bei den bisher bekannten Verfahren eingesetzten Stromdichte, vorzugsweise mit einer Stromdichte von mehr als 200 A/m^2 und besonders bevorzugt mit einer Stromdichte zwischen 250 und 370 A/m^2 , durchzuführen. Auf diese Weise wird die Ablagerung größerer Mengen von Verunreinigungen auf den Kathoden vermieden und Kupfer mit der geforderten Qualität erzeugt. Aufgrund der größeren aktiven Elektrodenlänge bzw. -fläche stellen sich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren im Vergleich zu denen des Standes der Technik in dem Elektrolyten höhere spezifische Stromstärken, d.h. höhere Stromstärken pro Elektrode, ein. Während die spezifische Stromstärke bei den letztgenannten Verfahren mit Kathoden und Anoden einer aktiven Elektrodenfläche von jeweils 1×1 Meter bei einer Stromdichte von 370 A/m^2 740 A pro Elektrode beträgt, verdoppelt sich erfindungsgemäß die spezifische Stromstärke bei Einsatz von Elektroden mit einer aktiven Fläche von 1×2 Meter auf 1.480 A pro Elektrode.

Prinzipiell können die Elektroden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren in den Elektrolysezellen auf jede dem Fachmann bekannte Art positioniert, befestigt und mit Strom versorgt werden. Elektroden mit einer an sich bekannten, ein erstes und ein zweites Ende aufweisenden horizontalen Tragstange, die bevorzugt aus demselben Material wie die Kathodenfläche, insbesondere Stahl, besteht, haben sich jedoch als vorteilhaft erwiesen. Zur Stromversorgung liegt bspw. jeweils ein Ende der Tragstangen der Kathoden auf einer ersten an eine Stromquelle angeschlossenen Stromschiene auf, während jeweils ein Ende der Tragstangen der Anoden in Kontakt mit einer zweiten an eine Stromquelle an-

geschlossenen Stromschiene stehen. Vorzugsweise sind die beiden Stromschiene auf jeweils einer Kontaktschiene angeordnet, welche am Rand des Elektrolytbehälters vorgesehen sind. Die jeweils zweiten Enden der Tragstangen der Elektroden können auf einer bspw. ebenfalls auf den Kontaktschienen angeordneten Auflagefläche aus Isoliermaterial aufliegen.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung liegen die Elektroden mit dem ersten Ende ihrer Tragstange jeweils über einen Zweilini-
nienkontakt auf einer der beiden Stromschienen auf. Dies ist insbesondere deshalb vorteilhaft, weil aufgrund der größeren spezifischen Stromdichten bei dem erfindungsgemäßen Verfahren höhere Ströme von den Stromschienen auf die Elektroden übertragen werden müssen, was mit Zweilini-
nienkontakten aufgrund der höheren Berührungsfläche effektiver möglich ist. Besonders bevorzugt wird zu diesem Zweck eine Stromschiene mit einer zumindest im Wesentlichen trapezförmigen Einkerbung eingesetzt, auf die das erste Ende der Tragstange mit einer zumindest im Wesentlichen einen rechteckigen Querschnitt aufweisenden Auflagefläche aufgebracht wird. Selbstverständlich kann der Zweilini-
nienkontakt aber auch auf jede andere dem Fachmann zu diesem Zweck bekannte Weise erfolgen.

Ebenfalls um auch bei hohen spezifischen Stromstärken eine möglichst verlustfreie Stromübertragung zwischen den Stromschienen und den bspw. aus rostfreiem Stahl bestehenden Kathoden zu gewährleisten, werden in dem erfindungsgemäßen Verfahren vorzugsweise Kathoden eingesetzt, deren bspw. stahlummantelte Tragstange einen Kupferkern aufweist. Aufgrund der hohen elektrischen Leitfähigkeit von Kupfer, wird so der von der Stromschiene auf die Tragstange übertragene Strom mit nur minimalen Verlusten an die aktive Elektrodenoberfläche übertragen, wohingegen die Mantelfläche aus Stahl der Tragstange insbesondere eine hohe mechanische Festigkeit und hohe Korrosionsbeständigkeit verleiht. Vorzugsweise weist der Kupferkern, bezogen auf sei-

nen Querschnitt, dieselbe Geometrie wie die Tragstange auf. Eine bspw. im Querschnitt im Wesentlichen quadratische Tragstange aus Stahl enthält in diesem Fall ebenfalls einen im Wesentlichen quadratischen Kupferkern.

5 In Weiterbildung des Erfindungsgedankens wird vorgeschlagen, die Kathoden mit dem jeweils zweiten Ende ihrer Tragstange, unabhängig davon, ob die Berührung der anderen Tragstangenenden mit den Stromschienen über einen Einlinien-, Zweilini- oder wie auch immer gearteten Kontakt erfolgt, auf einer vorzugsweise auf einer der beiden Kontaktschienen angeordneten Ausgleichsschiene aufzulegen. Der Vorteil dieser Ausführungsform liegt darin, dass die
10 Kathoden auf diese Weise zwei elektrische Kontakte, nämlich zum einen zu einer Stromschiene und zum anderen zu einer Ausgleichsschiene, aufweisen, wodurch die Stromverteilung zwischen den Elektroden gleichmäßig wird. Dies ist insbesondere bei hohen spezifischen Stromstärken zweckmäßig, um die
15 Übergangswiderstände und elektrischen Verluste zu minimieren.

Aus den gleichen Gründen ist es bei dem erfindungsgemäßen Verfahren bevorzugt, auch die Anoden mit dem zweiten Ende ihrer Tragstange auf einer von der Kathodenausgleichsschiene getrennten Anodenausgleichsschiene aufzulegen.

20 Gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die Stromschienen und/oder ggf. die Ausgleichsschienen oder, besonders bevorzugt, die Zwischenschienen, auf denen die Stromschienen und ggf. die Ausgleichsschienen angeordnet sind, während der Elektrolyse gekühlt, um eine ansonsten aus der größeren spezifischen Stromstärke und der dadurch bedingten
25 größeren Strombelastung resultierende Verlustleistung und eine Aufheizung der entsprechenden Schienen zu vermeiden. Zu diesem Zweck hat sich insbesondere eine Wasserkühlung der Schienen als zweckmäßig erwiesen, welche bspw. durch den Durchlauf von Kühlwasser durch einen in den Schienen vorgesehenen Kühlwasserkanal realisiert wird. Insbesondere mit Kühlwasserkanälen
30

mit einem Durchmesser von etwa 15 bis 20 mm werden gute Ergebnisse erzielt. Hierzu werden besonders bevorzugt stranggepresste Schienen mit eingepresstem Kühlkanal eingesetzt, wenngleich auch mit Schienen mit eingefrästen Schlitzten, welche anschließend abgedeckt und verschweißt werden, oder mit eingelöteten Kupferrohren gute Ergebnisse erzielt werden. Zur Wasserversorgung der entsprechenden Schienen haben sich insbesondere Rohre aus PVC oder Schläuche aus Vinylmaterial als geeignet erwiesen.

Um einen effizienten Wärmeaustausch zwischen den Schienen und dem Kühlwasser zu erreichen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, das Kühlwasser mit einer zur Aufrechterhaltung einer turbulenten Wasserströmung ausreichenden Geschwindigkeit durch die Kühlwasserkanäle zu führen, wobei jedoch eine Geschwindigkeit von ca. 1,5 m/s möglichst nicht überschritten werden sollte.

Erfindungsgemäß kann die Kühlwasserversorgung auch durch zwei, in einen zumindest teilweise durch die zu kühlenden Zwischenschienen verlaufenden Primär- und einen vorzugsweise vollständig außerhalb der zu kühlenden Schienen verlaufenden Sekundärkreislauf getrennte, Kühlmittelkreisläufe erfolgen. Die Verbindung beider Kreisläufe kann auf jede dem Fachmann bekannte Art erfolgen. Insbesondere haben sich Rohrbündel- und Plattenwärmeaustauscher als geeignet erwiesen. Besonders bevorzugt verläuft der Primärkreislauf ausschließlich durch die zu kühlenden Schienen und wird mit hochreinem Kühlwasser, bspw. durch eine Umkehrosmoseanlage aufgereinigten Wasser, betrieben, wohingegen der Sekundärkreislauf mit Rohwasser gespeist und bspw. durch einen atmosphärischen Kühlturm rückgekühlt wird.

Um zu gewährleisten, dass der Primärkreislauf immer mit Kühlwasser gefüllt ist, ist in diesem vorzugsweise ein Wasserausdehnungsgefäß vorgesehen.

In Weiterbildung des Erfindungsgedankens wird vorgeschlagen, in der wenigstens einen Elektrolysezelle einen Fluidverteiler vorzusehen, durch den während des Betriebs der Gewinnungselektrolyse eine Flüssigkeit, ein Gas, ein Gasgemisch oder ein Gemisch aus Gas und Flüssigkeit, besonders bevorzugt von unten, in die Elektrolysezelle eingetragen wird. Aufgrund der durch einen derartigen Fluideintrag erzeugten Konvektionsströmung wird eine bessere Durchmischung des Elektrolyten erreicht, weshalb sich das Kupfer auf den Kathoden gleichmäßiger abscheidet. Des weiteren bewirkt die Konvektionsströmung eine Reduzierung der Dicke der Grenzschichten an den Elektroden, woraus ein besserer und schnellerer Stofftransport der Kupferionen an die Elektrodenoberfläche resultiert. Hierbei ist ein Fluideintrag von unten in die Elektrolysezelle deshalb besonders bevorzugt, da sich im oberen Zellenbereich aufgrund der während der Gewinnungselektrolyse an der Anode freigesetzten Gasbläschen schon von selbst eine gewisse Konvektionsströmung einstellt und daher insbesondere im unteren Bereich der Elektrolysezelle eine zusätzliche Konvektionsströmung wichtig ist.

Vorzugsweise wird durch den Fluidverteiler Elektrolytlösung oder ein Gemisch aus Elektrolytlösung und Gasblasen in die Elektrolysezelle eingebracht. Da der Elektrolysezelle während des Betriebs der Elektrolyse ohnehin kontinuierlich mit Kupfersulfat aus der Laugungsanlage aufgefrischter Elektrolyt zugeführt werden muss, erfordert das Fluidzufuhrsystem im ersten Fall keine und im zweiten Fall nur eine unwesentliche Erhöhung der Investitions- und Betriebskosten. Zur Erhöhung der Konvektion können der Elektrolysezelle anstelle von Elektrolytlösung oder einem Gemisch aus Elektrolytlösung und Gasblasen auch andere Flüssigkeiten, Gase oder Gasgemische zugeführt oder andere Systeme, wie mechanische Mischvorrichtungen oder Ultraschallapplikation eingesetzt werden.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht der Fluidverteiler, da konstruktiv einfach und hinsichtlich der Betriebskosten effi-

zient, aus zwei im Wesentlichen parallel der Längsseiten der Elektrolysezellen-
angeordneten Rohren, welche an ihrer Oberfläche jeweils ein oder mehrere Flu-
iddurchtrittsöffnungen aufweisen. Die Rohre befinden sich in einem geringen
Abstand zur Seitenwand. Der Abstand ist bedingt durch den Befestigungsme-
chanismus des Rohres an der Zellenwand und ermöglicht das Absetzen von
Elektrolytschlamm auf den Zellenboden. Typischerweise beträgt der Abstand
10-50 mm. Der Abstand der beiden Rohre zum Zellenboden ist so zu wählen,
dass Elektrolytschlamm unterhalb des Fluidverteilers am Zellenboden gesam-
melt werden kann. Typischerweise beträgt der Abstand zum Zellenboden 100-
200 mm. Als Fluidzufuhrleitung zu dem Fluidverteiler kann bspw. ein, bezogen
auf die Elektrolysezelle, vertikal von oben nach unten führendes, in der Mitte der
Stirnseite der Elektrolysezelle angeordnetes Rohr eingesetzt werden, welches
sich an dessen unterem Ende in zwei horizontal und parallel zu der Stirnseite
der Elektrolysezelle verlaufende Rohre teilt, von denen jeweils eines mit einem
Ende der im Wesentlichen parallel zu den Längsseiten der Elektrolysezellen
verlaufenden Rohre des Fluidverteilers verbunden ist.

Um eine effektive Konvektionsströmung zu erreichen, sollte der Fluidverteiler
eine ausreichend hohe Zahl an Fluiddurchflussöffnungen aufweisen. Im Rah-
men der vorliegenden Erfindung hat sich gezeigt, dass hierzu die relative Anzahl
der Fluiddurchflussöffnungen in Bezug auf die Gesamtzahl an Elektrodenpaaren
pro Elektrolysezelle ausschlaggebend ist. Vorzugsweise weist der Fluidverteiler
1 bis 5, besonders bevorzugt etwa 1-2 Fluiddurchflussöffnungen pro in der E-
lektrolysezelle vorgesehenem Elektrodenpaar und Zellenseite auf.

Die Form der Fluiddurchflussöffnungen ist in Bezug auf die Konvektionsströ-
mung weniger entscheidend. Es hat sich jedoch als vorteilhaft erwiesen im We-
sentlichen kreisrunde Fluiddurchflussöffnungen vorzusehen.

Wesentlich einflussreicher für die Qualität der erzielten Konvektionsströmung ist hingegen die Querschnittsfläche der Fluiddurchflussöffnungen. Bevorzugt beträgt im Falle von kreisrunden Fluiddurchflussöffnungen deren Durchmesser 1 bis 10 mm, besonders bevorzugt 5 bis 7 mm und insbesondere etwa 6 mm.

5

In Weiterbildung des Erfindungsgedankens wird vorgeschlagen, pro Elektrolysezelle wenigstens zwei Elektrolytausgänge vorzusehen, um einen störungsfreien Überlauf zu erreichen und eine gleichmäßige Verteilung des Elektrolyten in der Elektrolysezelle zu unterstützen.

10

Gemäß einer besonderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weisen die eingesetzten Kathoden an ihrer unteren Längskante eine im Querschnitt V-förmige Einkerbung auf. Dadurch kann eine an geraden Kanten zwangsläufig auftretende Verdichtung der Stromlinien, welche zu einer - unerwünschten - verstärkten Ablagerung von Kupfer an den Kanten führt, vermindert und im optimalen Fall sogar ganz verhindert werden. Des weiteren bewirkt die Einkerbung beim Strippen eine Trennung der auf der Kathode abgeschiedenen Vorder- und Rückseite in zwei Kathodenbleche.

15

20

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und der Zeichnung näher erläutert. Dabei bilden alle Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen oder deren Rückbeziehung.

25

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Elektrolyseanlage zur Gewinnung oder Raffination von Kupfer;

30

Fig. 2 zeigt einen Schnitt entlang der Linie A-A in Fig. 1;

Fig. 3 zeigt schematisch einen Schnitt durch eine Elektrolysezelle mit einer von einer Tragstange gehaltenen Kathode;

5 Fig. 4 zeigt schematisch einen Schnitt durch eine Elektrolysezelle mit einer von einer Tragstange gehaltenen Anode;

Fig. 5 zeigt schematisch Zweilinienkontakte zwischen der Tragstange und einer Kontaktschiene;

10

Fig. 6 zeigt schematisch Einlinienkontakte zwischen der Tragstange und einer Kontaktschiene mit Ausgleichsschienen; und

15

Fig. 7 zeigt schematisch den Aufbau einer Pilotanlage zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

20

In der in Fig. 1 und 2 schematisch dargestellten Elektrolyseanlage zur Gewinnung oder Raffination von Kupfer sind in zahlreichen Zellenreihen Elektrolysezellen 1 (Abmaße L x B x H bspw. etwa 12,5 x 2 x 2,7 m) mit jeweils einer Vielzahl von bspw. 115 Anoden 2 und 114 Kathoden 3 und vorgesehen, die jeweils abwechselnd angeordnet sind und über Tragstangen 4 an den Rändern der Elektrolysezellen 1 gehalten werden.

25

Über einen Kran 5 können die Tragstangen 4 mit den daran hängenden Elektroden zwischen einem Wartungsbereich 6 für die Anoden 3, den Zellen 1 sowie einer Strippmaschine 7, in welcher in bekannter Weise das an den Kathoden 2 abgeschiedene Kupfer abgeschält wird, transportiert werden.

30

In Fig. 3 ist schematisch eine Kathode 3 dargestellt, die über die Tragstange 4 an den Rändern der Elektrolysezelle aufliegt. Entsprechend ist in Fig. 4 eine Anode 2 dargestellt, die ebenfalls durch eine Tragstange 4 gehalten wird. Hierbei weist die Anode 4 zusätzlich Löcher 8 für Abstandshalter aus, die den geforderten gleichmäßigen Abstand zwischen Anoden und Kathoden von jeweils bspw. 50 mm gewährleisten.

Das eine Ende der Tragstangen 4 liegt über einen Zweilinenkontakt 9 auf einer am Rand des Elektrolytbehälters angeordneten Kontaktschiene 10 auf (vgl. Fig. 5), die über eine Stromschiene mit einer nicht dargestellten Stromquelle verbunden ist. Das andere Ende der Tragstange 4 liegt auf einer Ausgleichsschiene 11 auf. Dies erfolgt in der Regel über eine Einlinienkontakt. (vgl. Fig. 6).

Mit dem erfindungsgemäßen, durch eine - bezogen auf die Elektroden - hohe spezifische Stromstärke charakterisierten Verfahren wird, bei gleichbleibender Kupferqualität, aufgrund der tieferen Elektrolyteintauchtiefe der Kathoden pro Kathodenbewegung mehr Kupfer erzeugt als bei den bisher bekannten Verfahren. So muss eine in der aktiven Eintauchfläche auf 2x1 Meter vergrößerte Kathode erst nach einer Kupferbeladung von 200 kg zur Prozessierung aus dem Elektrolytbehälter herausgenommen werden, wohingegen eine herkömmliche 1x1 Meter Kathode gemäß dem Stand der Technik bereits nach einer Abscheidung von 100 kg Kupfer prozessiert werden muss. Damit halbiert sich der mit den Kathodenbewegungen verbundene Aufwand um den Faktor 2, so dass, bezogen auf dieselbe Menge produzierten Kupfers, entsprechend kleinere oder weniger Krananlagen, beispielsweise einer anstelle von zwei Kränen zum Elektrodenhandling, eine geringere Anzahl Strippmaschinen und mithin weniger Produktionsfläche und Personal benötigt wird. Auch die für die Aufstellung der Elektrolysezellen im Tankhaus benötigte Grundfläche wird drastisch verringert. Demgegenüber werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren aufgrund der höheren spezifischen Stromdichte andere Stromschienen und ggf. Ausgleichs-

schienen sowie für die nachfolgende Prozessierung der beladenen Kathoden aufgrund deren höheren Gewichts Krananlagen mit höherer Traglast benötigt. Die Höhe des Tankhauses zwischen Zellenoberkante und Kranbahn muss zur Prozessierung der verlängerten Kathoden angepasst werden, gleiches gilt für die Aufstellung der in der Bauhöhe vergrößerten Elektrolysezellen. Aufgrund der größeren Kathodenfläche werden anders dimensionierte Strippmaschinen sowie für die Faltung der größeren Kupferbleche vor der Zuführung zu einem für konventionelle Anlagen konzeptionierten Schmelzofen Falt- oder Zerkleinerungsmaschinen benötigt. Da sowohl die Investitions- als auch Betriebskosten für die letztgenannten Maßnahmen geringer sind als die entsprechenden, aufgrund der geringeren Anzahl an Kathodenbewegungen erzielten Einsparungen, ergibt sich in der Summe eine signifikante Senkung der Produktionskosten.

Bezogen auf eine Jahresproduktion von 120.000 Tonnen ergibt ein Vergleich des erfindungsgemäßen, mit einer aktiven Elektrodenfläche von 2x1 Meter durchgeführten Verfahrens im Vergleich zu dem nach dem Stand der Technik mit einer aktiven Elektrodenfläche von 1x1 Meter, aber der doppelten Anzahl an Elektroden bei der gleichen Stromdichte durchgeführten Verfahren folgende Kennzahlen:

	Verfahren nach dem Erfindungsgemäßen	
	Stand der Technik	Verfahren
Kupfermenge pro m ² Zellenfläche (in t)	40	65
Kupfermenge pro m ² Tankhaus (in t)	20	30
Kupfermenge pro m ³ Tankhaus (in t)	1,9	2,3
Kathodenbewegungen pro Tag	3120	1560

Mithin lassen sich die Investitionskosten für entsprechende Anlagen zur elektrochemischen Kupfergewinnung bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens um bis zu 20 % und die Produktionskosten um bis zu 10 % senken.

Beispiel

Bei dem in Fig. 7 dargestellten Teststand zur Durchführung von Verifikationsversuchen im Pilotmaßstab sind zwei bezüglich Elektrolytversorgung parallel geschaltete Elektrolysezellen 1a, 1b und ein gemeinsames Elektrolytvorbereitungs- und -kreislaufsystem vorgesehen. Beide Elektrolysezellen sind elektrisch in Serie geschaltet (nicht dargestellt). Die Elektrolysezelle 1a ist mit zwei Bleianoden (A, 0.5m breit und 2m hoch, eingetauchte Fläche) und einer mittig angeordneten Kathode K bestückt. Die Elektrolysezelle 1b hat 3 Anoden (A, 0,5m breit und 1m hoch, eingetauchte Fläche) und zwei Kathoden K gleicher Größe. Die verwendete Anzahl und Größe der Elektroden führt dazu, dass man in beiden Elektrolysezellen bei Reihenschaltung gleiche Stromdichten erzielt.

Beide Elektrolysezellen werden mit frischem Elektrolyten gleicher Menge beaufschlagt (20a bzw. 20b). Der Elektrolytzulauf wird so eingestellt, dass sich im stationären Betrieb beider Elektrolysezellen eine Kupferabreicherung von ca. 1.5 g/l einstellt. Die abgereicherte Lösung 21a bzw. 21b wird dem Elektrolytkreislauf zugeführt. Er besteht aus einem gerührten Laugungstank 22, in welchem die abgereicherte Kupfermenge durch Zugabe von Cu-Oxid 23 kompensiert wird. Der Überlauf des Laugungstanks 22 (angereicherter Elektrolyt 25) wird in einen Pumpenvorlagetank 24 geleitet. Der Pumpenvorlagetank 24 wird durch die Heizung 26 elektrisch beheizt und durch partielle Rückführung des angereicherten Elektrolyten 25 gerührt. Die Pumpe 27 wird verwendet, um den Elektrolyt im Kreislauf zu führen.

Als Elektrolyt wurde in Pilotversuchen eine synthetisch hergestellte schwefelsauere Cu-Sulfat-Lösung verwendet. Zwecks Verbesserung der Kathodenmorphologie wurde in den Pumpenvorlagetank 24 eine geringe Menge Guarlösung zudosiert (nicht dargestellt). Die verwendete Stromdichte betrug 300 A/m². Es wurden mehrere Versuche durchgeführt die 5 bis 7 Tage dauerten. In allen Ver-

suchen wurden in beiden Zellen Kathoden sehr guter Qualität produziert. Die erzielte Kupferqualität war unabhängig von der Kathodengröße. In allen Versuchen wurde eine Stromausbeute > 90 % erreicht (Tabelle 1, alle Konzentrationen am Zelleninlet, z.B. Zelle 1a):

5

Versuch	Cu-Gehalt (g/l)	H ₂ SO ₄ (g/l)	Stromdichte (A/m ²)	Testdauer /h	Spannung /V	Stromausbeute (%)
1	45	120	300	161	2.1	95
2	47	140	300	167	2.05	91
3	55	135	300	189	2.1	94

Bezugszeichenliste

	1	Elektrolysezelle
	2	Anode
5	3	Kathode
	4	Tragstange
	5	Kran
	6	Wartungsbereich
	7	Strippmaschine
10	8	Löcher
	9	Zweilinenkontakt
	10	Kontaktschiene
	11	Ausgleichsschiene
15	20a,b	frischer Elektrolyt
	21a,b	abgereicherte Lösung
	22	Laugungstank
	23	Cu-Oxid
	24	Pumpenvorlagetank
20	25	angereicherter Elektrolyt
	26	Heizung
	27	Pumpe
	A	Anode
25	K	Kathode

Patentansprüche:

- 5 1. Verfahren zum elektrochemischen Abscheiden von Kupfer aus einer das Metall ionogen enthaltenden Elektrolytlösung, bei dem der Elektrolyt durch eine Elektrolyseanlage mit wenigstens einer Elektrolysezelle, die in einem Elektrolytbehälter zur Aufnahme des Elektrolyten wenigstens zwei als Anode und Kathode dienende, alternierend im Abstand voneinander angeordnete Elektroden
- 10 aufweist, geleitet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass man die wenigstens eine Kathode beim Betrieb der Elektrolyse über eine Länge von wenigstens 1,2 Meter in den Elektrolyten eintaucht.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass man die wenigstens eine Kathode beim Betrieb der Elektrolyse über eine Länge von etwa 2 Meter oder ein anderes ganzzahliges Vielfaches von einem Meter in den Elektrolyten eintaucht.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass man die wenigstens eine Kathode beim Betrieb der Elektrolyse mit einer Querschnittsfläche von etwa 2x1 Meter in den Elektrolyten eintaucht.
- 25 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Elektrolysezelle mehr als 60 Kathoden, besonders bevorzugt mehr als 100 Kathoden und ganz besonders bevorzugt 114 Kathoden, aufweist.
- 30 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektrolyse bei einer Stromdichte von mehr als 200 A/m², besonders bevorzugt zwischen 250 und 370 A/m², durchgeführt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Elektroden eine horizontale Tragstange mit einem ersten und zweiten Ende aufweisen und am Rand des Elektrolytbehälters zwei Kontaktschienen mit jeweils einer an eine Stromquelle anschließbaren Stromschiene vorgesehen sind, wobei die Kathoden mit dem ersten Ende ihrer Tragstange über einen Zweilinienkontakt auf einer der beiden Stromschienen und die Anoden mit dem ersten Ende ihrer Tragstange über einen Zweilinienkontakt auf der anderen der beiden Stromschienen aufliegen.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stromschienen jeweils eine zumindest im Wesentlichen trapezförmige Einkerbung aufweisen, auf der die jeweils ersten Enden der Tragstangen mit einer zumindest im Wesentlichen einen rechteckigen Querschnitt aufweisenden Auflagefläche aufliegen.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Tragstange eine Mantelfläche aus Stahl und einen Kern aus Kupfer aufweist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kathoden mit dem zweiten Ende ihrer Tragstange auf einer Kathodenausgleichsschiene aufliegen, die auf einer der beiden Kontaktschienen angeordnet ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anoden mit dem zweiten Ende ihrer Tragstange auf einer Anodenausgleichsschiene aufliegen, die auf einer der beiden Kontaktschienen angeordnet ist.

11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stromschienen und/oder die Ausgleichsschienen oder die Zwischenschienen wassergekühlt werden.

5 12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zu kühlenden Schienen mittels Durchlauf von Kühlwasser durch einen in den Schienen vorgesehenen Kühlwasserkanal gekühlt werden.

10 13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kühlwasser in einer turbulenten Strömung durch den Kühlwasserkanal geführt wird.

15 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zu kühlenden Schienen zwei getrennte Kühlkreisläufe aufweisen, von den einer (Primärkreislauf) wenigstens teilweise in den zu kühlenden Stromschienen vorgesehen ist, und welche beide untereinander durch einen Wärmeaustauscher miteinander verbunden sind.

20 15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Primärkreislauf mit in einer Umkehrosmoseanlage aufgereinigtem Wasser und der zweite Kühlkreislauf (Sekundärkreislauf) mit Rohwasser gespeist werden.

25 16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der wenigstens einen Elektrolysezelle ein Fluidverteiler vorgesehen ist, durch den während des Betriebs der Elektrolyse Elektrolytlösung, Gasblasen oder ein Gemisch aus Elektrolytlösung und Gasblasen in die Elektrolysezelle eingetragen werden.

30 17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fluidverteiler am unteren Ende der Elektrolysezelle angeordnet ist, und dass das Flu-

id durch den Verteiler unterhalb der oder in etwa auf Höhe der unteren Enden der Elektroden in die Elektrolysezelle eingetragen wird.

5 18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fluidverteiler aus zwei im Wesentlichen parallel der Längsseiten der Elektrolysezelle angeordneten Rohren besteht, welche an ihrer Oberfläche jeweils ein oder mehrere Fluiddurchtrittsöffnungen aufweisen und deren erste Enden jeweils mit einer Fluidzufuhrleitung verbunden sind.

10 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fluidverteiler in etwa 1 bis 5, besonders bevorzugt etwa 1-2 Fluiddurchflussöffnungen pro in der Elektrolysezelle vorgesehenem Elektrodenpaar und Zellenseite aufweist, deren Anordnung sich im Wesentlichen an den Elektrodenzwischenräumen orientiert.

15 20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fluiddurchflussöffnungen des Fluidverteilers im Wesentlichen kreisrund ausgestaltet sind und einen Durchmesser von 1 bis 10 mm, besonders bevorzugt von 5 bis 7 mm und ganz besonders bevorzugt von etwa 6 mm aufweisen.

20 21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Elektrolysezelle zwei Elektrolytausgänge aufweist.

25 22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kathoden an ihrer unteren Längskante eine im Querschnitt V-förmige Einkerbung aufweisen.

30 23. Elektrolyseanlage zum elektrolytischen Abscheiden von Kupfer aus einer das Metall ionogen enthaltenden Elektrolytlösung, insbesondere zur Durchfüh-

5 rung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 22, mit wenigstens einer Elektrolysezelle (1), die einen Elektrolytbehälter zur Aufnahme des Elektrolyten, wenigstens zwei als Anode (2) und Kathode (3) dienende, alternierend im Abstand voneinander angeordnete Elektroden mit jeweils einer im Wesentlichen horizontalen Tragstange (4) sowie zwei am Rand des Elektrolytbehälters angeordnete Kontaktschienen (10) mit jeweils einer an eine Stromquelle anschließbaren Stromschiene aufweist, wobei die wenigstens eine Kathode (3) mit einem ersten Ende ihrer Tragstange (4) auf einer der beiden Stromschienen und die wenigstens eine Anode (2) mit einem ersten Ende ihrer Tragstange (4) auf der anderen der beiden Stromschienen aufliegt, **dadurch gekennzeichnet**, dass 10 die ersten Enden der Tragstangen (4) jeweils über einen Zweilinienkontakt (9) auf den Stromschienen aufliegen, und dass auf wenigstens einer der beiden Kontaktschienen (10) wenigstens eine Ausgleichsschiene (11) vorgesehen ist, auf der ein zweites Ende der Tragstangen (4) der Kathoden (3) und/oder Anoden (2) aufliegt. 15

20 24. Elektrolyseanlage nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf den beiden Kontaktschienen (10) jeweils wenigstens eine Ausgleichsschiene (11) vorgesehen ist, wobei das jeweils zweite Ende der Tragstangen (4) der Kathoden (3) auf einer der beiden Ausgleichsschienen (11) und das jeweils zweite Ende der Tragstangen (4) der Anoden (2) auf der anderen Ausgleichsschiene (11) aufliegt.

25 25. Elektrolyseanlage nach Anspruch 23 oder 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stromschienen jeweils eine im Wesentlichen trapezförmige Einkerbung aufweisen, auf der die jeweils ersten Enden der Tragstangen (4) der Elektroden mit einer im Wesentlichen einen rechteckigen Querschnitt aufweisenden Auflagefläche aufliegen.

26. Elektrolyseanlage nach einem der Ansprüche 23 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest in einer der Stromschienen, der Ausgleichschienen und/oder der Zwischenschienen ein Kühlwasserkanal vorgesehen ist.

5 27. Elektrolyseanlage nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kühlwasserkanal einen Durchmesser von 15 bis 20 mm aufweist.

10 28. Elektrolyseanlage nach Anspruch 26 oder 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass die einen Kühlwasserkanal aufweisende Schiene zur Wasserzuleitung mit einem Rohr aus PVC oder einem Schlauch aus Vinylmaterial verbunden ist.

15 29. Elektrolyseanlage nach einem der Ansprüche 26 bis 28, **gekennzeichnet durch** zwei getrennte Kühlkreisläufe, von den einer (Primärkreislauf) wenigstens teilweise in einer der zu kühlenden Schienen vorgesehen ist, wobei beide Kühlkreisläufe durch einen Wärmeaustauscher miteinander verbunden sind.

30. Elektrolyseanlage nach Anspruch 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Primärkreislauf ein Wasserausdehnungsgefäß umfasst.

20 31. Elektrolyseanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Elektrolysezelle, besonders bevorzugt in der Elektrolysezelle unten, ein Fluidverteiler vorgesehen ist.

25 32. Elektrolyseanlage nach Anspruch 31, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fluidverteiler aus zwei im Wesentlichen parallel der Längsseiten der Elektrolysezelle angeordneten Rohren besteht, welche an ihrer Oberfläche jeweils ein oder mehrere Fluiddurchtrittsöffnungen aufweisen und deren erste Enden jeweils mit einer Fluidzufuhrleitung verbunden sind.

33. Elektrolyseanlage nach Anspruch 31 oder 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fluidverteiler etwa 1 bis 5, besonders bevorzugt etwa 1-2, Fluiddurchflussöffnungen pro in der Elektrolysezelle vorgesehenem Elektrodenpaar aufweist, deren Anordnung sich im Wesentlichen an den Elektrodenzwischenräumen orientieren, die besonders bevorzugt kreisrund ausgestaltet sind und einen Durchmesser von 1 bis 10 mm, besonders bevorzugt von 5 bis 7 mm und insbesondere von etwa 6 mm, aufweisen.

Schnitt A-A

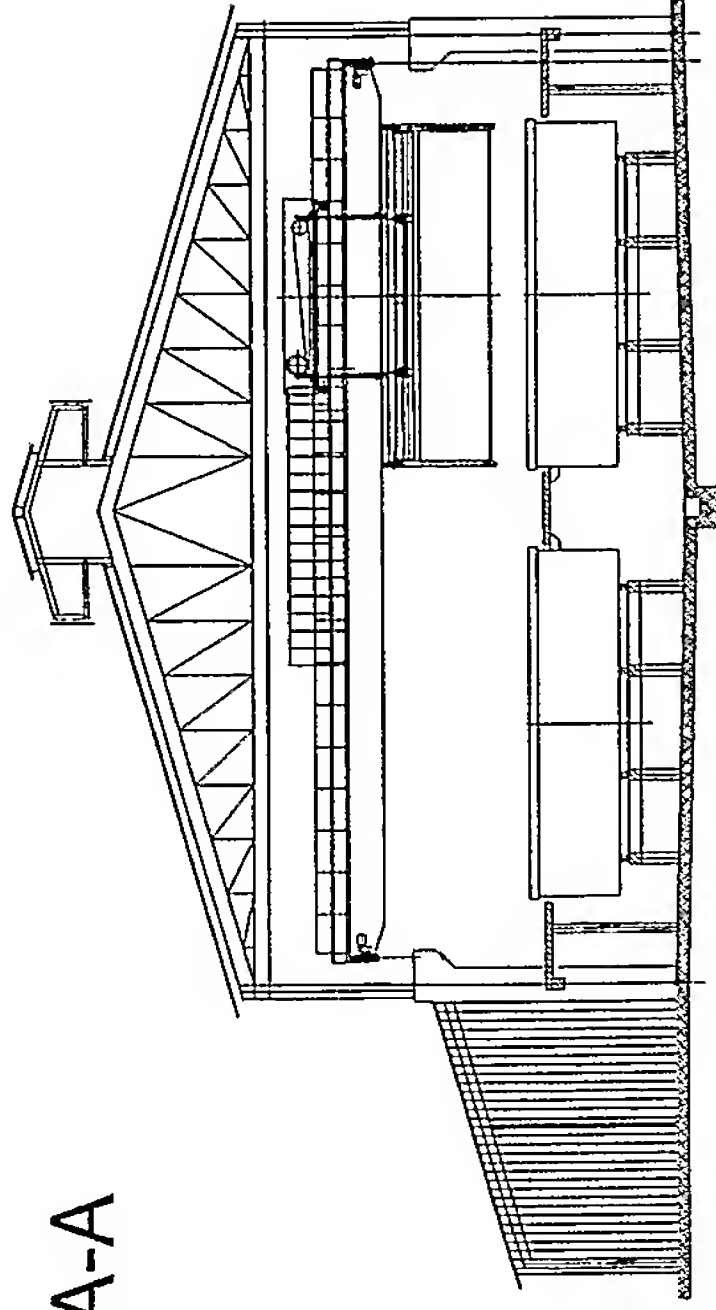


Fig. 2

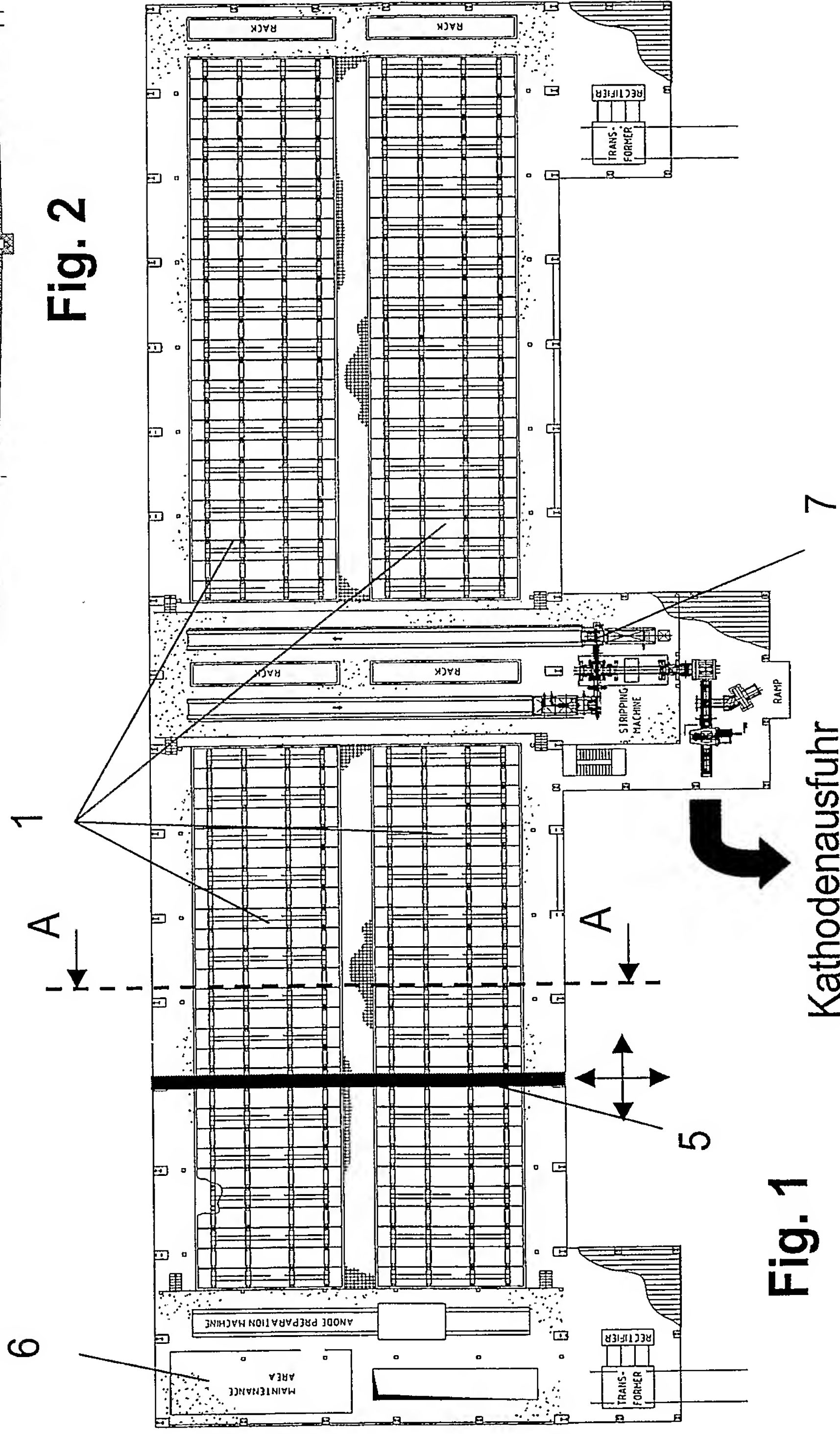


Fig. 1

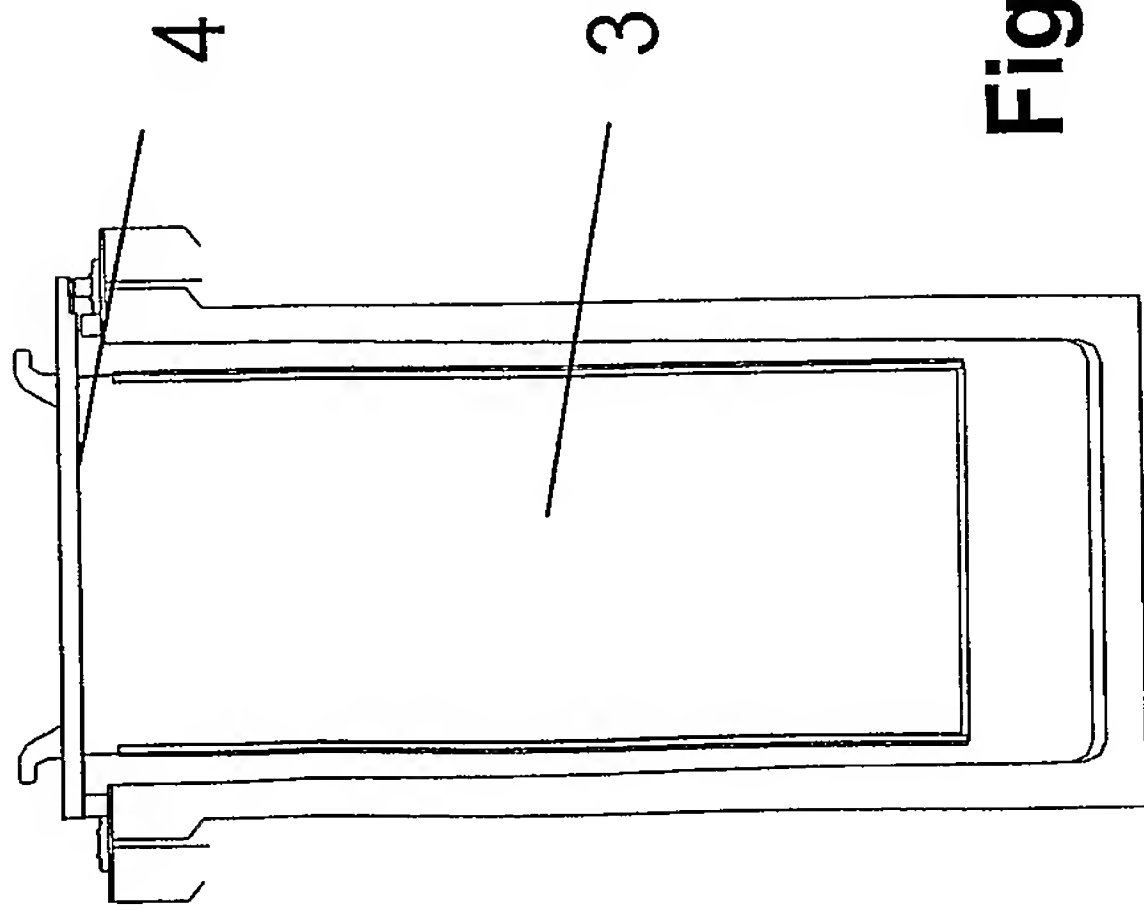


Fig. 3

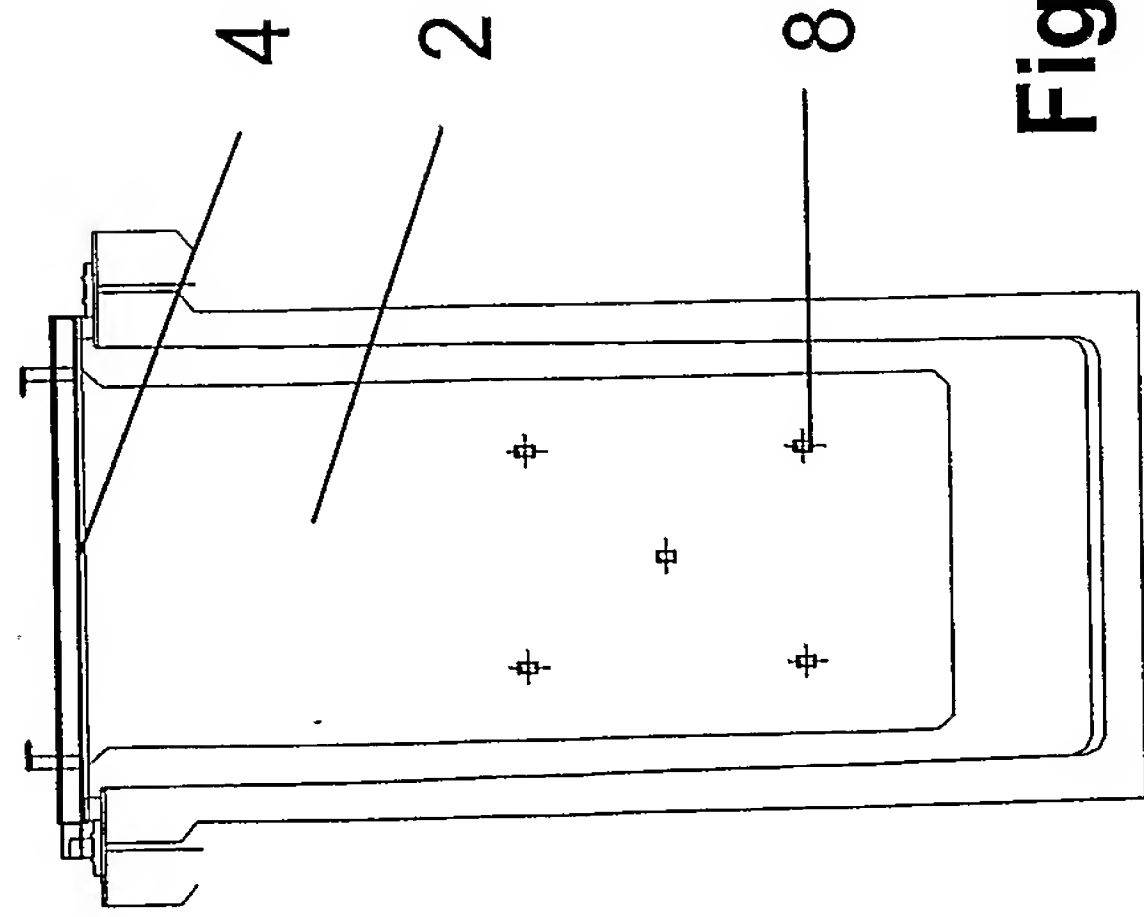


Fig. 4

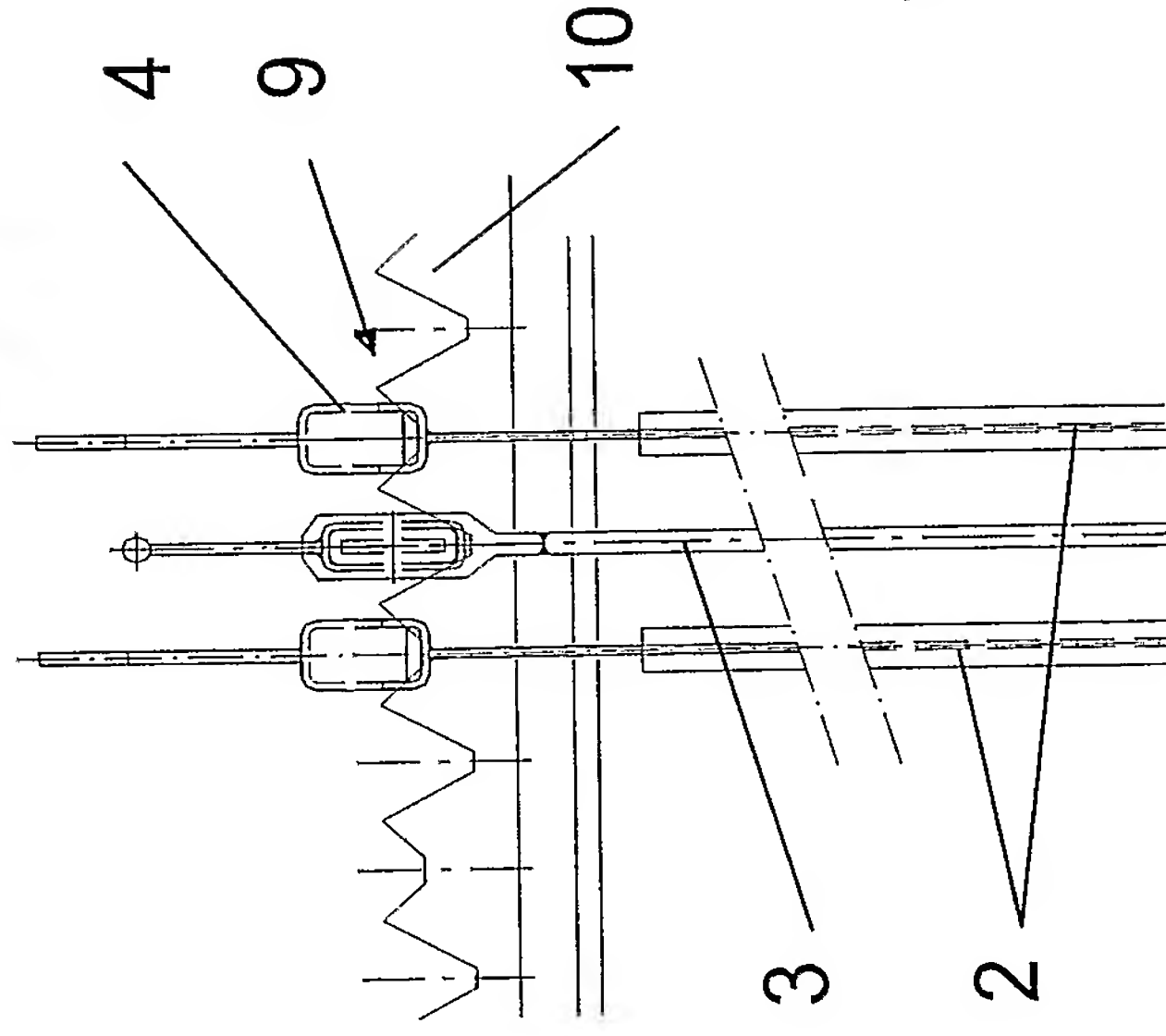


Fig. 5

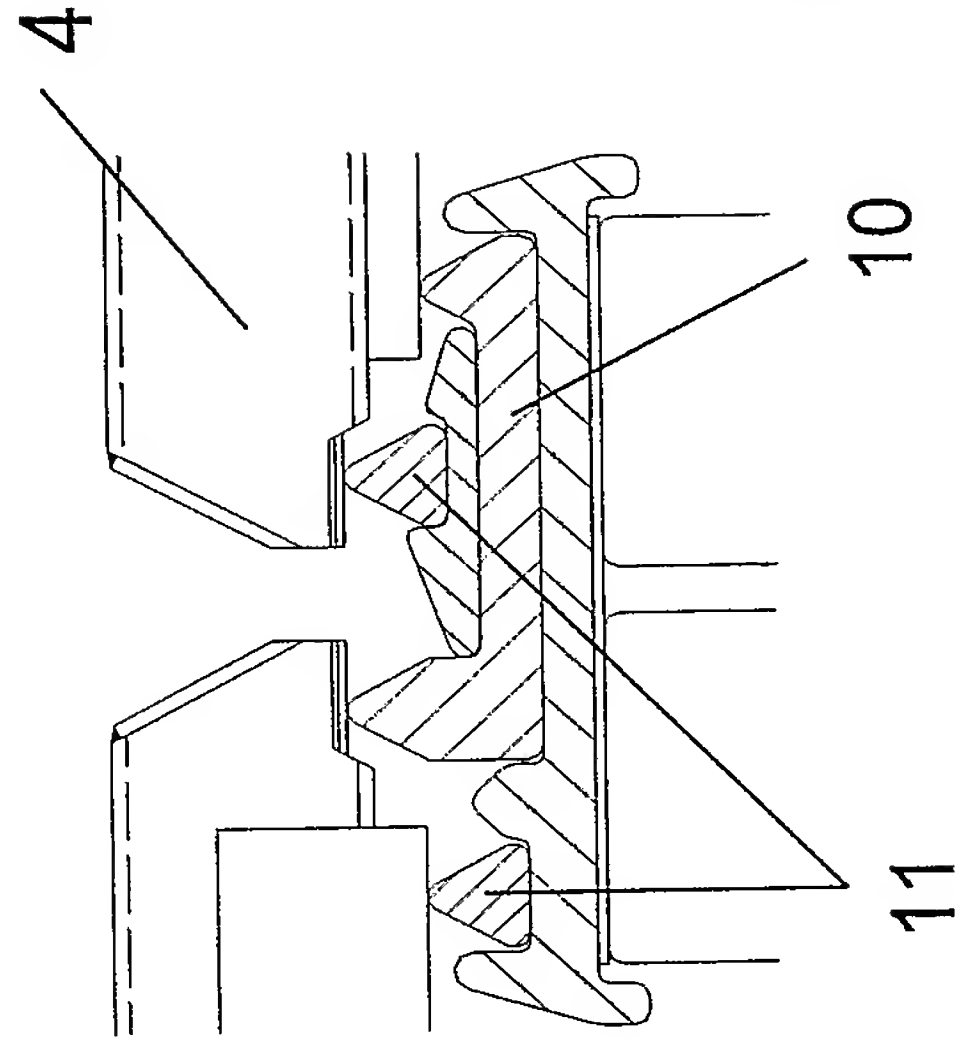


Fig. 6

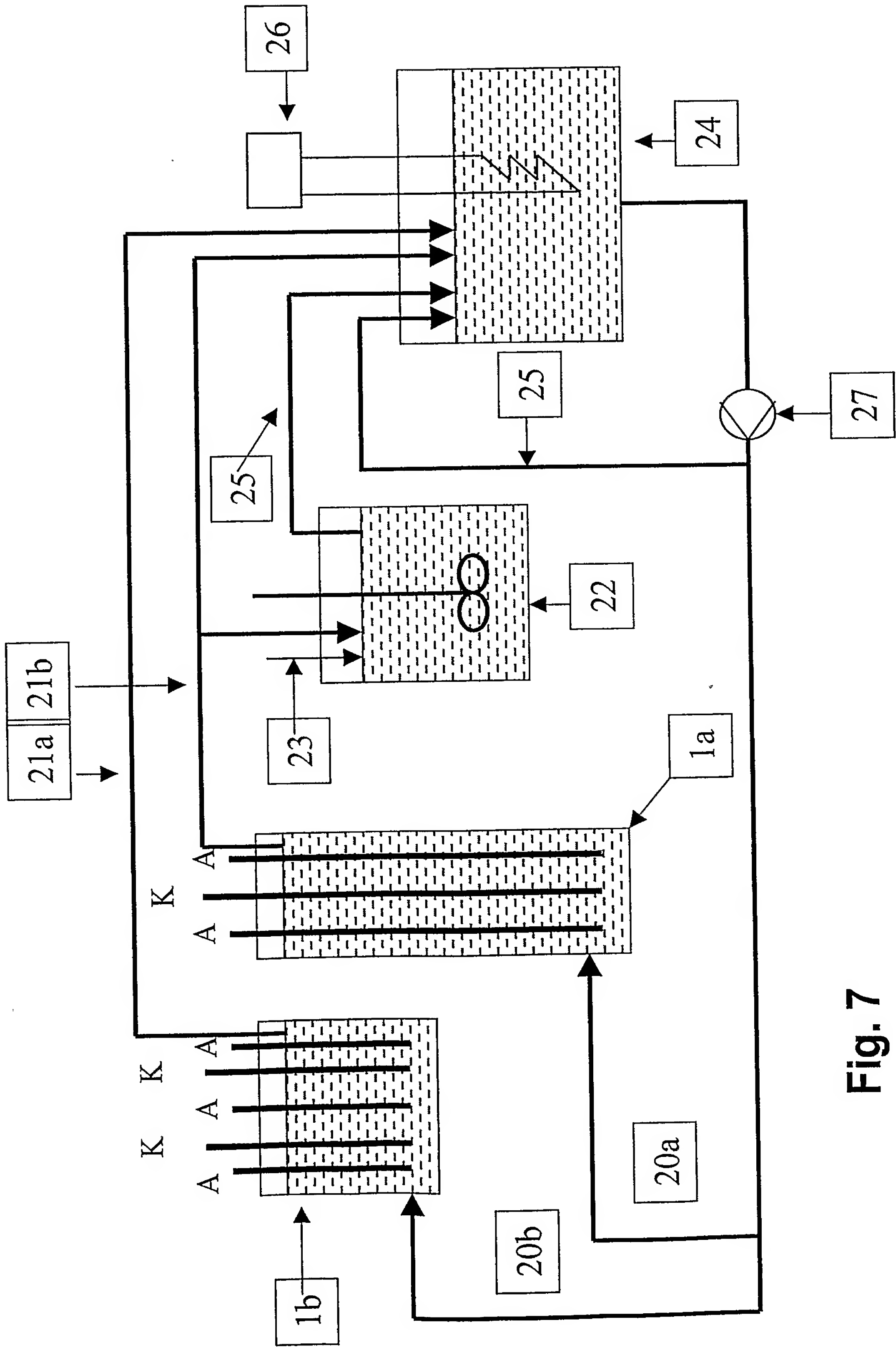


Fig. 7

Outokumpu Oyj
Riihitontuntie 7

02200 Espoo
Finnland

Zusammenfassung:

Verfahren und Anlage zum elektrochemischen Abscheiden von Kupfer

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur elektrochemischen Gewinnung oder Raffination von Kupfer durch elektrolytisches Abscheiden von Kupfer aus einer das Metall ionogen enthaltenden Elektrolytlösung, bei dem der Elektrolyt durch eine Elektrolyseanlage mit wenigstens einer Elektrolysezelle, die in einem Elektrolytbehälter zur Aufnahme des Elektrolyte wenigstens zwei als Anode und Kathode dienende, alternierend im Abstand voneinander angeordnete Elektroden aufweist, geleitet wird, sowie eine entsprechende Anlage. Um die Wirtschaftlichkeit derartiger Verfahren und Anlagen zu erhöhen wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, die wenigstens eine Kathode beim Betrieb der Elektrolyse über eine Länge von wenigstens 1,2 Meter in den Elektrolyten einzutauchen.